

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-085969

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

G11C 11/24
G11C 11/22

(21)Application number : 2001-274346

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP
CHO YASUO

(22)Date of filing : 10.09.2001

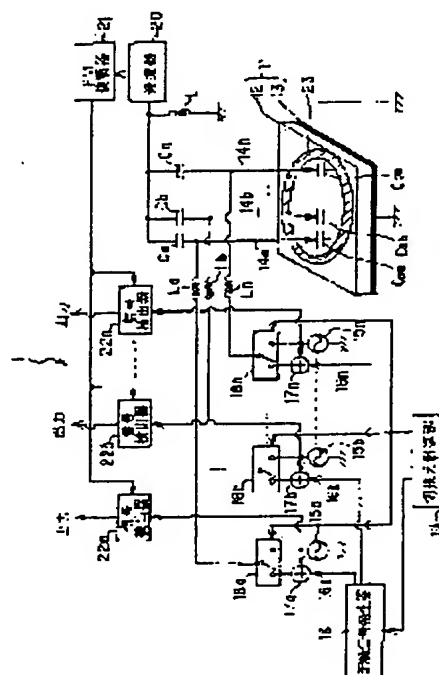
(72)Inventor : CHO YASUO
ONOE ATSUSHI

(54) DIELECTRIC INFORMATION DEVICE, TAPE-LIKE MEDIUM RECORDING AND REPRODUCING DEVICE, AND DISK-LIKE MEDIUM RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-density and large-capacity dielectric information device which constitutes SNDM capable of using a plurality of small-sized probes and records and reproduces information in fine areas of a dielectric by using the SNDM.

SOLUTION: This device is provided with a plurality of 1st electrodes 14 which record information in fine areas of the dielectric 12 and a 2nd electrode 13 which is provided to be opposite to the 1st electrodes 14 across the dielectric and grounded and an AC signal is applied to the 1st electrodes 14 to read the information recorded in the fine areas of the dielectric thin film 12. The dielectric constant of the fine areas is determined by the polarization direction of the fine areas and the direction of an applied electric field and a resonance circuit including a capacitor C_s based upon the dielectric constant and an externally provided inductor L as elements causes an oscillator 20 to oscillate. The signal of the oscillator 20 is demodulated by an FM demodulator 21 and synchronously detected by a signal detector 22. To record information, a recording signal is applied to the 1st electrodes 14 and the polarization direction is so determined as to correspond to the recording signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-85969
(P2003-85969A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 1 1 C 11/24		G 1 1 C 11/24	
11/22	5 0 1	11/22	5 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-274346(P2001-274346)

(22) 出願日 平成13年9月10日 (2001.9.10)

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(71) 出願人 501077767

長 康雄

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-4-5-304

(72) 発明者 長 康雄

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目4-5-304

(74) 代理人 100104765

弁理士 江上 達夫 (外1名)

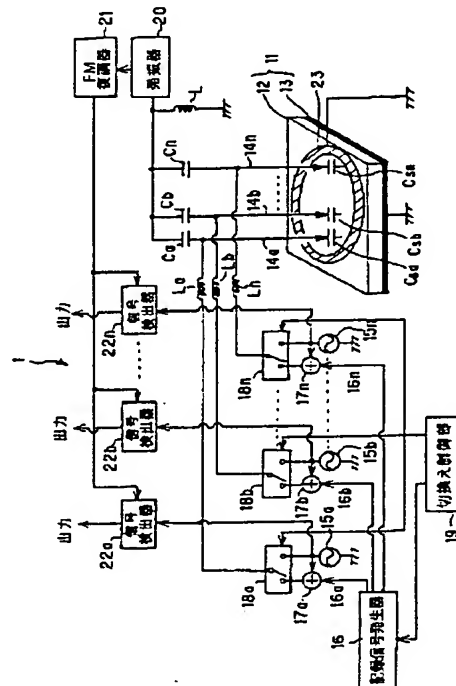
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体情報装置、テープ状媒体記録再生装置及びディスク状媒体記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 小型で複数のプローブを用いることができる S N D M を構成し、この S N D M を用いて誘電体の微小領域に情報を記録し、再生する高密度、大容量の誘電体情報装置を提供する。

【解決手段】 誘電体12の微小領域に情報を記録する複数の第1の電極14と、第1の電極14と対向して誘電体を挟んで設けられた接地される第2の電極13とを設け、第1の電極14に交流信号を印加して誘電体薄膜12の微小領域に記録された情報を読み出す。微小領域の分極方向と加える電界の方向によって、その微小領域の誘電率が定まり、その誘電率に基づく容量C_sと外付けされたインダクタLとを要素として含む共振回路で発振器20を発振させる。発振器20の信号はF M 復調器21で復調され信号検出器22で同期検波さる。記録する場合は記録信号を第1の電極14に印加し、分極方向を記録信号に対応するように定める。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対向する第 1 の面と第 2 の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録する誘電体情報装置であって、

前記誘電体の第 1 の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第 1 の電極と、

前記誘電体の第 2 の面に接続する第 2 の電極と、

記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、

前記記録信号生成手段により生成された信号を前記第 1 の電極に印加する信号印加手段とを具備することを特徴とする誘電体情報装置。

【請求項 2】 対向する第 1 の面と第 2 の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録する誘電体情報装置であって、

前記誘電体の第 1 の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第 1 の電極と、

前記誘電体の第 2 の面に接続する第 2 の電極と、

記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、

所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、

前記記録信号生成手段により生成された信号と、前記交流信号生成手段により生成された信号を重畳する信号重畳手段と、

前記信号重畳手段により重畳された信号を前記第 1 の電極に印加する信号印加手段と、

誘電体の第 1 の電極と第 2 の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成された発振手段と、

前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、

前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより、記録した信号を再生する信号再生手段とを具備することを特徴とする誘電体情報装置。

【請求項 3】 対向する第 1 の面と第 2 の面とを有する誘電体の微小領域に記録された情報を再生する誘電体情報装置であって、

前記誘電体の第 1 の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第 1 の電極と、

前記誘電体の第 2 の面に接続する第 2 の電極と、

所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、

前記交流信号生成手段により生成された交流信号を前記第 1 の電極に印加する信号印加手段と、

誘電体の第 1 の電極と第 2 の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成される発振手段と、

前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、

前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより、記録されている信号を再生する信号再生手段とを

具備することを特徴とする誘電体情報装置。

【請求項 4】 対向する第 1 の面と第 2 の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録し、再生する誘電体情報装置であって、

(i) 記録手段は、

前記誘電体の第 1 の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第 1 の電極と、

前記誘電体の第 2 の面に接続する第 2 の電極と、

記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、

所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、

前記記録信号生成手段により生成された信号と、前記交流信号生成手段により生成された信号を重畳する信号重畳手段と、

前記信号重畳手段により重畳された信号を前記第 1 の電極に印加する信号印加手段とを具備し、

(ii) 再生手段は、

誘電体の第 1 の電極と第 2 の電極間に形成される容量

と、外付けされたインダクタを含んで構成された発振手段と、

前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、

前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより、記録した信号を再生する信号再生手段とを具備し、

さらに、前記記録手段及び再生手段のいずれか一方の手段を選択する選択手段を具備すること特徴とする誘電体情報装置。

【請求項 5】 前記交流信号を前記発振手段に対して遮断する遮断手段を具備することを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項 6】 前記信号再生手段は同期検波方式による再生手段であることを特徴とする請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項 7】 前記第 1 の電極の周囲に接地した電極を具備することを特徴とする請求項 2 から 6 のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項 8】 前記第 1 の電極は、所定間隔を有して保持された複数の電極から成ることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項 9】 複数設けられた前記第 1 の電極の各々に供給する、それぞれ異なる交流信号を生成する交流信号生成手段を設けることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項 10】 前記誘電体は、強誘電体からなることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項 11】 テープ状の誘電体記録媒体に情報を記録し再生するテープ状媒体記録再生装置であって、前記誘電体記録媒体を直線状に走行させる走行手段と、

10

20

30

40

50

前記誘電体記録媒体に接触し、情報を記録し読み出す複数の電極と、
前記複数の電極と前記誘電体記録媒体を挟んで設けられた、接地される共通電極と、
記録する信号を生成し、読み出された信号を再生する信号処理手段とを具備することを特徴とするテープ状媒体記録再生装置。

【請求項12】 前記誘電体記録媒体は、強誘電体からなることを特徴とする請求項11に記載のテープ状媒体記録再生装置。

【請求項13】 ディスク状の誘電体記録媒体に情報を記録し再生するディスク状媒体記録再生装置であって、前記誘電体記録媒体を回転させる回転手段と、前記誘電体記録媒体に接触し、情報を記録し読み出す複数の電極と、前記複数の電極と前記誘電体記録媒体を挟んで設けられた、接地される共通電極と、前記複数の電極をディスク状の誘電体記録媒体の半径方向に移動させる移動手段と、記録する信号を生成し、読み出された信号を再生する信号処理手段とを具備することを特徴とするディスク状媒体記録再生装置。ディスク状媒体記録再生装置

【請求項14】 前記誘電体記録媒体は、強誘電体からなることを特徴とする請求項13に記載のディスク状媒体記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘電体の微小領域に情報を記録する記録装置、誘電体の微小領域に記録した情報を再生する再生装置、誘電体の微小領域に情報を記録し、再生する記録再生装置を形成する誘電体情報装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】近年、多くの種類の強誘電材料や圧電材料が開発され、超音波や光素子及びメモリ等に多く用いられている。それに伴い、強誘電材料の残留分極分布や圧電材料の局所異方性の計測が行える方法の開発が進められてきている。これらに関し本願発明者らは純電氣的に材料の分極分布や局所異方性の検出が、表面に付着した自由電荷による遮蔽効果に妨げられることなく行える技術として走査型非線形誘電率顕微鏡（SNDM：Scanning Nonlinear Dielectric Microscopy）を開発してきた。

【0003】SNDMは材料の非線形誘電率の分布計測から、分極の状態や局所的な異方性を検出する技術であって、これまで同軸共振器を用いた分布定数型プローブ、LC共振器を用いた小型の集中定数型プローブと順次開発を進めている。その分解能もナノメータからサブナノメータオーダーにまで達しており、線形・非線形誘電率分布の定量計測も可能になっている。

【0004】このようにSNDMは誘電体の分極分布を極めて微小な領域で非破壊計測が可能であり、他方、所定の電界を印加することにより分極を制御することができる。従ってこのSNDMは超高密度誘電体記録再生を実現するための有効な技術となるものである。

【0005】さて、超高密度誘電体記録再生を実現するために、さらに小型で記録再生装置として用いることに適したSNDMが開発されている。このSNDMでは誘電体記録媒体側の裏面に形成された第1の電極と、前記誘電体の微小領域に接触（或いは微小のギャップを介して接触）するように形成されたプローブ用探針である第2の電極との間に、第1の電極側から測定用の低周波交番電界を印加して媒体に記録されていた微小領域の分極の正負を読み出していた。このとき前記第2の電極はグラウンドに接続された構成となっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】SNDMによる情報の高速記録再生を実現するには、複数のプローブを用いて同時に行うことが効果的である。しかしながら従来の構成ではプローブの数に応じた複数の発振器が必要であり、その発振器は比較的大きなものであった。この規模の大きな複数の発振器を集積化し、装置の小型化を図ることは困難であり、装置の小型化を妨げる要因になっていた。

【0007】従って本発明は前記問題点を鑑みなされたものであり、小型で複数のプローブを用いることができるSNDMを構成し、このSNDMを用いて誘電体の微小領域に情報を記録する記録装置、記録した情報を再生する再生装置、及び情報を記録し再生する記録再生装置となる誘電体情報装置を提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の誘電体情報装置は上記課題を解決するために、対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録する誘電体情報装置であって、前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、前記記録信号生成手段により生成された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段とを具備する。

【0009】本発明の第1の誘電体情報装置の態様では、誘電体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。記録媒体として用いる誘電体は、情報を書き込む面は平坦に形成され、書き込み用の第1の電極が好適に接触し、また移動が好適に行われる。誘電体の他の面には全面に第2の電極が密着して設けられていて、例えば、共通電位である接地電位に接続される。

【0010】前記第1の電極は、例えばタングステン等の導電性材料を、その先端が所定の曲率である、例えば半径がサブミクロンのオーダーの球状に電界研磨したも

のが用いられる。または、金属コーティングされたAFM (Atomic Force Microscope: 原子間力顕微鏡) 用のカンチレバー等を用いてよい。

【0011】前記第2の電極は、例えば所定の平面状態が確保された導電性の基板が用いられる。

【0012】また、記録媒体となる誘電体は前記導電性の基板の上に、誘電体を所定の方法、例えばスパッタリング等の公知の方法によって形成された誘電体膜を用いることができる。

【0013】誘電体材料は、例えば以下に示す材料が使用される。

【0014】(a) $PbTiO_3-PbZrO_3$ の固溶体であるPZT材料。

【0015】(b) $PbTiO_3$ で表されるチタン酸鉛。

【0016】(c) $PbZrO_3$ で表されるジルコン酸鉛。

【0017】(d) $BaTiO_3$ で表されるチタン酸バリウム。

【0018】(e) $LiNbO_3$ で表されるニオブ酸リチウム。

【0019】(f) 鉛(Pb)、ランタン(La)、ジルコニウム(Zr)、チタン(Ti)系の固溶体であるPLZT材料。

【0020】(g) ビスマス(Bi)、ナトリウム(Na)、鉛(Pb)、バリウム(Ba)系の固溶体であるBNPB材料などの誘電体材料。

【0021】前記材料は、セラミックス、単結晶又は薄膜形成されたもののいずれの材料も使用可能である。また、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、フッ化ビニリデンと三フッ化エチレンの共重合体、フッ化ビニリデンと四フッ化エチレンの共重合体、シアノビニリデンと酢酸ビニルの共重合体などの圧電高分子材料なども使用することができる。またさらに、前記材料を複数個組み合わせた材料も使用できる。

【0022】記録信号生成手段は、第1の電極に印加されて誘電体材料の微小領域の分極状態を変化させ、記録する情報を生成する。デジタル信号に限ることなくアナログ信号であってもよい。音声情報、映像情報、コンピュータ用のデータ等、各種の情報に応じて構成される。

【0023】信号印加手段は、このように生成された記録用の信号を、直流電圧又はパルスとして誘電体の第1の面に第1の電極を介して印加する。

【0024】本発明の第2の誘電体情報装置は上記課題を解決するために、対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録する誘電体情報装置であって、前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、記録すべき

信号を生成する記録信号生成手段と、所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記記録信号生成手段により生成された信号と、前記交流信号生成手段により生成された信号を重畳する信号重畳手段と、前記信号重畳手段により重畳された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段と、誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成された発振手段と、前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより、記録した信号を再生する信号再生手段とを具備する。

【0025】本発明の第2の誘電体情報装置の態様によれば、第1の誘電体情報装置に、記録していく情報を同時に再生して、記録状態を確認する再生手段を備えたものであって、記録が正常に行えているか否かを確認しながら情報の記録を行っていくことが可能となる。

【0026】再生手段の構成は、第1の電極と第2の電極間の微小領域で形成される、誘電体の分極の状態に対応した容量と、外付けされるインダクタとで構成される共振回路に接続された発振器と、容量の変動に対応して変化する前記発振器の発振周波数を復調する復調器と、前記復調器からの信号を前記交流信号生成手段により生成され記録情報に重畳された交流信号に同期させて、記録情報を再生する信号再生手段からなる。このときの発振周波数は1GHz程度である。

【0027】交流信号発生手段は、比較周波数の低い、例えば5KHz程度の周波数の交番電圧を発生し、信号重畳手段により記録用信号に重畳される。この合成された信号が信号印加手段により第1の電極に印加される。

【0028】その他の構成、記録媒体に関する説明は上述した第1の誘電体情報装置と同一である。また、第1の電極は上述した第1の誘電体情報装置で用いられるものと同様のものが適用される。

【0029】本発明の第3の誘電体情報装置は上記課題を解決するために、対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に記録された情報を再生する誘電体情報装置であって、前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記交流信号生成手段により生成された交流信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段と、誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成される発振手段と、前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより記録されている信号を再生する信号再生手段とを具備する。

【0030】本発明の第3の誘電体情報装置の態様によ

れば、記録媒体である誘電体に、第1の電極と第2の電極間の分極の状態に応じた容量として記録されている情報を読み取る装置であって、所定の周波数の交流信号を交流信号生成手段により生成し、この交流信号を第1の電極に印加しつつ第1の電極で誘電体の表面に接触する。この接触した第1の電極と第2の電極間の微小領域の前記容量と外付けされたインダクタにより決まる周波数で発振する発振器を備え、この発振器の容量の値に応じて変調された発振信号を復調し、さらにその復調信号から前記交流信号と同期させて記録している情報を読み出す。交流信号は5 K h z程度であり、発振信号は1 G h z程度である。交流信号と同期させて情報を読み出すことにより高品位の情報再生が可能となる。

【0031】その他の構成、記録媒体に関する説明は上述した第1の誘電体情報装置と同一である。また、第1の電極は上述した第1の誘電体情報装置で用いられるものと同様のものが適用される。

【0032】本発明の第4の誘電体情報装置は上記課題を解決するために、対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録し、再生する誘電体情報装置であって、(i)記録手段は、前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記記録信号生成手段により生成された信号と、前記交流信号生成手段により生成された信号を重畳する信号重畳手段と、前記信号重畳手段により重畳された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段とを具備し、(ii)再生手段は、誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成された発振手段と、前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより記録した信号を再生する信号再生手段とを具備し、さらに、前記記録手段及び再生手段のいずれか一方の手段を選択する切替え装置を具備する。

【0033】本発明の第4の誘電体情報装置の態様によれば、記録装置と再生装置を共に備えた構成であって、いずれの装置として動作させるかを選択する切替え装置を備える。記録装置と再生装置の各々の構成とその動作は上述したものと同一であるが、本発明の構成では、記録装置と再生装置の交流信号発生手段と発振手段と復調手段と信号検出手段は共用していて、それぞれに専用の手段を設ける必要はない。切替え装置は外部からの操作により、第1の電極に印加する再生用の交流信号と、情報と交流信号を重畳した記録用の信号を切り替える。切替え装置からの指示で再生用の信号と記録用の信号を切り替える手段は2つの入力から1つを選択する機械的リ

レー装置、あるいは半導体素子で構成された固体リレー装置が用いられるが、アナログ信号を扱う場合は機械的リレー装置が、デジタル信号を扱う場合は固体リレー装置が好適である。

【0034】その他の構成、記録媒体に関する説明は上述した第1の誘電体情報装置と同一である。また、第1の電極は上述した第1の誘電体情報装置で用いられるものと同様のものが適用される。

【0035】本発明の誘電体情報装置の一態様では、前記交流信号を前記発振手段に対して遮断する遮断手段を具備する。

【0036】この態様によれば、第1の電極に印加する交流信号と誘電体の分極状態に応じて発振周波数が決まる発振器を備える装置においては、交流信号が発振器に入力されると発振周波数に影響を与えることになる。

【0037】この交流信号は分極状態に所定の周波数の揺動電界を与え、再生信号からこの交流信号を用いて記録されている情報を高いS/N比で読み取りが行えるようにしようとするものである。しかしながらこの交流信号が直接発振器に入力されると発振器と干渉して発振の外乱要因となり、また、後述するように第1の電極を複数設け、それぞれに異なる周波数の交流信号を印加する場合、更なる干渉が起こることを防止している。

【0038】上述した遮断手段を設けることは本発明の特徴の1つである、第1の電極を複数設けた場合であっても発振手段を1つで共用することを可能としている。即ち、比較的大きな回路構成を必要としていた発振手段を1つで済むので、記録、再生、記録再生装置を小型で安価に形成が可能となる。

【0039】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、前記信号再生手段は同期検波方式による再生手段を具備する。

【0040】この態様によれば、誘電体の微小領域における容量に基づいて変化する発振器の発振周波数を、周波数復調手段により復調し、その復調信号を交流信号との位相関係を用いて再生する。交流信号に同期した信号が抜き出されるので高いS/N比で目的とする周波数変調を受けた信号の再生が可能である。発振周波数が多くの交流信号で変調されている場合、それぞれの交流信号と同期分離され、それぞれの交流信号に対応した正確な情報の再生が可能となる。

【0041】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、前記第1の電極の周囲に接地した電極を具備する。

【0042】この態様によれば、前記電極は発振器によって第1の電極から印加された高周波電界が媒体表面の微小領域の容量を通過してアース側に戻る回路を形成している。尚、第1の電極の周囲に設定されていて上述したことと等価の役割を果たす電極であれば、その形状は問わない。

【0043】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、

10

20

30

40

50

前記第 1 の電極は、所定間隔を有して保持された複数の電極から成る。

【0044】この態様によれば、複数の第 1 の電極を設けることで、同時に複数の媒体表面位置で情報を記録し再生することが可能となる。例えば 8 本の第 1 の電極を設けた場合、8 ビット単位で情報の書き込み、読み出しが可能となり、データ処理の高速化と効率化が図れる。

【0045】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、複数設けられた前記第 1 の電極の各々に供給する、それぞれ異なる交流信号を生成する交流信号生成手段を具備する。

【0046】この態様によれば、複数設けられ第 1 の電極のそれぞれに異なる周波数の交流信号を印加することで、情報を再生するときにその電極に該当する周波数の交流信号を参照信号として用いることで、他の電極から再生される信号と混同することなく記録されている情報を再現することが可能である。

【0047】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、前記誘電体は、強誘電体 (ferroelectric substance) からなる。

【0048】この態様によれば、通常の誘電体 (dielectric substance) と比較して一層良好に、強誘電体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。

【0049】本発明のテープ状媒体記録再生装置は上記課題を解決するために、テープ状の誘電体記録媒体に情報を記録し再生するテープ状媒体記録再生装置であって、前記誘電体記録媒体を直線状に走行させる走行手段と、前記誘電体記録媒体に接触し、情報を記録し読み出す複数の電極と、前記複数の電極と前記誘電体記録媒体を挟んで設けられた、接地される共通電極と、記録する信号を生成し、読み出された信号を再生する信号処理手段とを具備する。

【0050】この態様によれば、テープ状に形成された誘電体記録媒体を用いて高密度で大容量の記録再生装置を構成する可能となる。

【0051】本発明のテープ状媒体記録再生装置の一態様では、前記誘電体記録媒体は、強誘電体からなる。

【0052】この態様によれば、通常の誘電体からなる記録媒体と比較して一層良好に、強誘電体からなる記録媒体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。

【0053】本発明のディスク状媒体記録再生装置は上記課題を解決するために、ディスク状の誘電体記録媒体に情報を記録し再生するディスク状媒体記録再生装置であって、前記誘電体記録媒体を回転させる回転手段と、前記誘電体記録媒体に接触し、情報を記録し読み出す複数の電極と、前記複数の電極と前記誘電体記録媒体を挟んで設けられた、接地される共通電極と、前記複数の電極をディスク状の誘電体記録媒体の半径方向に移動させる移動手段と、記録する信号を生成し、読み出された信

号を再生する信号処理手段とを具備する。

【0054】この態様によれば、ディスク状に形成された誘電体記録媒体を用いて高密度で大容量、高速アクセスの記録再生装置を構成する可能となる。

【0055】本発明のディスク状媒体記録再生装置の一態様では、前記誘電体記録媒体は、強誘電体からなる。

【0056】この態様によれば、通常の誘電体からなる記録媒体と比較して一層良好に、強誘電体からなる記録媒体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。

【0057】本発明のこのような作用、及び他の利得は次に説明する実施の形態から明らかにされる。

【0058】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、誘電体情報装置については第 1 実施形態から第 4 実施形態を挙げ、また、テープ状媒体記録再生装置及びディスク状媒体記録再生装置の構成例について、それぞれ図を参照して説明する。

【0059】(第 1 実施形態) まず、第 1 実施形態の誘電体情報装置について図 1 から図 4 を参照して説明する。ここで図 1 は第 1 実施形態の構成を示す図であり、図 2 は誘電体の分極状態と出力電圧の関係を説明するための図であり、図 3 は探針の周囲に設けられた電極の作用を説明するための図であり、図 4 は信号の検出に用いられるロックインアンプの構成と信号検出の動作について説明するための図である。

【0060】本実施の形態は導電体基板上に形成された誘電体を記録媒体とし、誘電体の微小領域に電界を加えて分極の方向を所定の方向に合わせ、その微小領域を情報記録単位として記録する記録系の構成と、分極の方向と印加する電界の方向とで異なる特に 3 次の誘電率 ϵ_3 に着目し (印加する電界と分極の方向が同じ場合と異なる場合とで誘電率 ϵ_3 は反転する)、これに対応する容量の変化を検出して記録されている情報を読み出す再生系の構成とを有する、記録再生機能を有した誘電体情報装置である。

【0061】図 1 は本実施の形態の誘電体情報装置 1 の構成を示す概略の図であって、情報を記録する誘電体記録媒体 11 は誘電体薄膜 12 と誘電体薄膜 12 のベースとなる電極 13 からなり、電極 13 は接地される。誘電体薄膜 12 は導電性の材料である電極 13 の上に BaTiO₃ 等の誘電体材料をスパッタリング等の公知の技術によって形成されたものである。または図示しない Si 基板上に白金などの薄膜電極を形成し、その上に P-ZT 等の誘電体薄膜をゾルゲル法等の手法で形成したものをを用いてもよい。

【0062】誘電体記録媒体 11 の誘電体薄膜 12 に接触するように複数の探針 14a ~ 14n が設けられ、探針 14a ~ 14n と電極 13 との間に挟まれた誘電体薄膜 12 の微小領域に容量 C_{s a} ~ C_{s n} が形成され、情

報の記録単位となっている。

【0063】前記探針 14a~14n に印加する交流信号を発生する交流信号発生器 15a~15n、記録用信号を発生する記録信号発生器 16、記録信号発生器 16 からの信号 16a~16n と交流信号発生器 15a~15n からの信号を重畳する加算器 17a~17n、交流信号発生器 15a~15n からの信号と重畳された信号を選択する切替え装置 18a~18n、記録信号発生器 16 及び切替え装置 18a~18n を制御する切替え制御部 19、選択された信号を探針 14a~14n に導くインダクタ La~Ln、容量 Csa~Csn と共振回路を構成するインダクタ L、容量 Csa~Csn とインダクタ L の値に基づいて発振する発振器 20、発振器 20 からの周波数変調された発振信号を復調する FM 復調器 21、FM 復調器 21 からの復調信号を交流信号発生器 15a~15n からの信号と同期を取って情報を再生する信号検出器 22a~22n、及び探針 14a~14n を囲うようにして接地された電極 23 を備える。

【0064】交流信号発生器 15a~15n は探針 14a~14n のそれぞれにインダクタ La~Ln を介して固有の異なる周波数の交番電圧を供給するものであり、この周波数を参照信号として、各探針で検出する信号を弁別するものである。その周波数は 5 KHz 程度を中心としたものであり、探針 14a~14n と電極 13 との間の誘電体薄膜 12 の微小領域に交番電界を印加することになる。

【0065】従って、記録しながら記録状態が正常に行えているか否かを確認するための記録情報の再生を伴わない純粋な記録動作を行う際には、このような各探針 14a~14n で検出する信号を弁別するための交番電界を印加する必要はなく、当該交番電界の印加は、専ら信号再生用に行われるものである。このため、記録時には、記録信号発生器 16 からの記録用の信号として、直流電圧或いはパルスを探針 14a~14n に夫々印加すればよい。他方、再生時には、例えばキャリア周波数より十分低く探針 14a~14n の数ほど周波数の異なる交流信号を交流信号発生器 15a~15n により印加すればよい。そして、このような交流信号発生器 15a~15n により交番電界を印加するか否かは、記録時と再生時にスイッチにより切り替えればよい。

【0066】誘電体記録媒体 11 の情報の記録及び再生の状態を図 2 に示す。まず、記録を行う場合は探針 14 から記録情報に基づいた電界が誘電体膜 12 を挟んで電極 13 との間に加えられる。ここで例えば探針 14 から電極 13 に向かう電界が印加されたとき微小領域は下向きの分極 P となり、電極 13 から探針 14 に向かう電界が印加されたときは上向きの分極 P となるとする。これが情報を記録した状態に対応する。探針 14 が矢印 X で示す方向に操作されると、検出電圧は分極 P に対応して、上下に振れた矩形波として出力される。分極 P の分

極程度によりこのレベルは変化し、アナログ信号としての記録も可能である。

【0067】次に再生では、探針 14 から加えられる交番電界の方向と対応する微小領域の分極 P 方向の関係から 3 次の誘電率 ϵ_3 の正負が反転し、従ってこれに対応する容量 Csa~Csn の値が変化し、詳しくは後述する発振器 20 はこの容量 Csa~Csn の値に基づいて発振周波数が変化し、これを復調することで情報の読み出しが可能となる。

【0068】記録信号発生器 16 は記録用の信号を発生し、交流信号発生器 15a~15n の交流信号と重畳されて、記録時に探針 14a~14n に供給される。この信号はデジタル信号に限らずアナログ信号であってもよい。これらの信号として、音声情報、映像情報、コンピュータ用デジタルデータ等、各種の信号が含まれる。また、記録信号に重畳された交流信号は信号再生時の参照信号として各探針の情報を弁別して再生するためである。

【0069】加算器 17a~17n は記録信号 16a~16n に交流信号発生器 15a~15n からの固有で異なる交流信号を重畳するためのものである。交流成分を含む記録信号となり探針 14a~14n のそれぞれにインダクタ La~Ln を介して印加される信号を形成する。

【0070】切替え装置 18a~18n は再生時、交流信号発生器 15a~15n からの信号を、一方、記録時は記録信号発生器 16 からの信号を探針 14a~14n に供給されるように選択する。この装置は機械式のリレーや半導体の回路が用いられるが、アナログ信号にはリレーが、デジタル信号には半導体回路で構成するのが好適である。

【0071】切替え制御部 19 はユーザの操作指示で動作し、記録動作をさせる場合は記録信号発生器 16 の動作を開始させ、切替え装置 18a~18n を記録信号発生器 16 側に接続し、一方、再生動作をさせる場合は切替え装置 18a~18n を交流信号発生器 15a~15n 側に接続させる。また、図示しない誘電体情報装置の各種制御回路、駆動回路、これらを制御する CPU を中心とした制御回路等を選択された動作を知らせ、装置の制御、駆動に当たらせる。

【0072】インダクタ La~Ln 及び容量 Ca~Cn は、交流信号発生器 15a~15n や記録信号発生器 16 からの信号が発振器 20 の発振に干渉しないように信号系統を遮断するためのハイパスフィルタを構成するために用いられていて、その遮断周波数は $f = 1 / 2\pi\sqrt{\{L(a \sim n) C(a \sim n)\}}$ である。ここで、L はインダクタ La~Ln のインダクタンス、C は容量 Ca~Cn のキャパシタンスとする。交流信号の周波数は 5 KHz 程度であり、発振器 20 発振周波数は 1 GHz 程度であるので、1 次の LC フィルタで分離は十分に

行われる。さらに次数の高いフィルタを用いてもよいが素子数が多くなるので装置が大きくなる虞がある。

【0073】また、読み取り速度の向上のために交流信号発生器15の交流信号の周波数と発振器20の発振周波数はさらに高くすることが望ましい。その場合フィルタの定数もそれに対応して選定される必要がある。

【0074】発振器20はインダクタLと容量Csa～Csnで構成される共振回路の共振周波数 $f_0 = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$ で発振する。ここで、LはインダクタLのインダクタンス、Cは容量Csa～Csn、及び探針14周辺の図示しない浮遊容量の並列に合成されたキャパシタンスとする。発振器20は上述したようにインダクタLa～Ln及び容量Ca～Cnによって信号源側と分離されているため、個々の探針毎に発振器を設ける必要はなく1つを備えればよい。これは本発明の大きな特徴となるものである。この周波数は1GHz程度を中心とした値となるようにインダクタLのインダクタンスを設定する。

【0075】ここで容量Ca～Cnと浮遊容量の発振に対する影響は、まず、容量Ca～Cnについて、その容量は容量Csa～Csnと比較して十分に大きく、また、直列接続になっているので容量Csa～Csnが発振周波数に対して支配的になる。また、浮遊容量は容量Csa～Csnと並列に入るが、所定の手法により、例えば誘電率が既知のサンプルを用いてこの浮遊容量と発振周波数の関係を知ることができ、従って発振周波数の変動を容量Csa～Csnの変動と対応して分離することが可能である。

【0076】FM復調器21は容量Csa～Csnの変動に対応して発振する発振器20の出力をFM検波し振幅信号に復調する。この復調された信号には記録されている情報の他に各探針に印加された交流信号の成分を含むものである。

【0077】信号検出器22a～22nは上述したFM復調器21からの復調信号から、交流信号発生手段15a～15nの信号を参照信号として、各交流信号、即ち、各探針に対応した信号を分離して再生する。この信号検出器22として例えばロックインアンプを用いる。各周波数と同期をとることでその周波数の成分だけを高いS/N比で分離して取り出すことができる。尚、他の位相検波手段を用いてもよいことは当然である。

【0078】電極23は図3に示すように探針14a～14nの周囲に設けられた、接地された電極であって、発振器20で発振された高周波電界が探針14の先端から誘電体の微小領域の微小容量Csを通過してアース側に戻る回路を形成するための電極である。このような働きをするものであれば任意の形状の電極を用いてもよい。

【0079】次に、本実施形態の誘電体情報装置1の記録装置としての動作について説明する。

【0080】まず、切替え制御部19を操作して記録装置として動作させることを指示する。記録信号発生器16は記録すべき信号を発生し、その記録信号は加算器17で交流信号発生器15からの交流信号と重畳され、切替え装置18に入力される。該切替え装置18は切替え制御部19の制御により記録信号が接続され、インダクタLa～Lnを介して探針14a～14nに印加される。印加されると誘電体記録媒体11の電極13と探針14との間に電界が生じ、両電極に挟まれている誘電体薄膜12の微小領域に、電界の方向に応じた分極が発生する。この分極が情報の記録に対応する。

【0081】記録としては上述したことであるが、記録と同時に再生する場合、特に記録が正常に行われているかをチェックするために、記録モニターのための再生について述べる。上述したようにして記録されると分極の状態に応じて容量Csのキャパシタンスが決まり、この容量CsとインダクタLとを構成要因として含む共振回路の共振周波数で発振器20は発振する。発振器20から出力される容量Csの変化に対応して変調された信号はFM復調器21で復調されAM信号に変換される。このAM信号は信号検出器22に入力され、また、記録信号に重畳した交流信号も入力されて、同期検波が行われる。これにより、各探針14a～14bにより書き込まれた情報は各々即時に再生され出力される。

【0082】次に、本実施形態の誘電体情報装置1の再生装置としての動作について説明する。

【0083】まず、切替え制御部19を操作して再生装置として動作させることを指示する。交流信号発生器15からの交流信号が切替え装置18に入力される。該切替え装置18は切替え制御部19の制御により交流信号が接続され、インダクタLa～Lnを介して探針14a～14bに印加される。印加されると誘電体記録媒体11の電極13と探針14との間に電界が生じ、その電界の方向と、両電極に挟まれている誘電体12の微小領域の分極の方向により、容量Csのキャパシタンスが決まり、この容量CsとインダクタLとを構成要因として含む共振回路の共振周波数で発振器20は発振する。発振器20から出力される容量Csの変化に対応して変調された信号はFM復調器21で復調されAM信号に変換される。このAM信号は信号検出器22に入力され、また、記録信号に重畳した交流信号も入力されて、同期検波が行われる。これにより、各探針14a～14bは記録されている情報を各々分離して再生され出力される。

【0084】次に、信号検出器の同期検波に供されるロックインアンプについて、図4を参照して説明する。同期検波に用いられる手段はこのロックインアンプに限ることはないことは前述したとおりである。

【0085】ロックインアンプ5は、図4に示すように、入力端子T1、T2と、増幅器51と、波形整形器52と、同相分配器53、54と、90度移相器55と、

乗算器である混合器56、57と、低域通過フィルタ58、59と、出力端子T3、T4とによって構成される。

【0086】増幅器51は、入力端子T1を介して入力される復調信号を増幅して同相分配器53に出力する。同相分配器53は、増幅された復調信号を同相分配して混合器56と混合器57に出力する。一方、波形整形器52は、入力端子T2を介して入力された基準信号(図1の交流信号)を方形波に整形して同相分配器54に出力する。同相分配器54は、波形整形器52から出力される基準信号を同相で分配して混合器57と90度移相器55に出力する。90度移相器55は、基準信号を基準信号の周波数において90度だけ移相して混合器56に出力する。混合器56は、復調信号と90度だけ移相された基準信号を乗算して混合し、前記復調信号の周波数と前記基準信号の周波数の和と差の周波数を有する信号に変換して低域通過フィルタ58に出力する。低域通過フィルタ58は、入力される混合後の信号のうちの直流信号のみを通過させて出力端子T3に出力電圧 V_{a1} を出力する。混合器57は、基準信号と復調信号とを乗算して混合し、前記復調信号の周波数と前記基準信号の周波数の和と差の周波数を有する信号に変換して、低域通過フィルタ59に出力する。低域通過フィルタ59は、入力される混合後の信号のうちの直流信号のみを通過させて出力端子T4に出力電圧 V_{a2} を出力する。

【0087】ここで、低域通過フィルタ58から出力される電圧 V_{a1} は、基準信号が90度だけ移相されて復調信号と混合されるので、前記復調信号と前記基準信号が同相で掛算され、且つ低域ろ波された後の電圧の絶対値を $|V_{a1}|$ とし、かつ前記復調信号と前記基準信号との間の位相差を ϕ とすると、数1で表される。また同様に、低域通過フィルタ59から出力される電圧 V_{a2} は、数2で表される。

【0088】

$$\text{【数1】 } V_{a1} = |V_a| \cdot \sin \phi$$

$$\text{【数2】 } V_{a2} = |V_a| \cdot \cos \phi$$

次に、ここで上述したように構成された基本回路を備える誘電体情報装置1において、誘電体の微小領域に印加する交流電界と誘電率及び共振周波数との関係について説明する。

【0089】誘電体情報装置1において、誘電体の微小領域に、交流信号発生器15によって探針14と電極13の間に周波数 f_p の正弦波である交流電圧 V_p を印加すると、微小領域に前記交流電圧 V_p の振幅に比例した周波数 f_p を有する正弦波の交流電界 E_p を発生する。交流電圧 V_p と交流電界 E_p は、数3で表される角周波数 ω_p を用いて数4と数5で表すことができる。ここで V_{p0} は交流電圧 V_p の振幅であり、 E_{p0} は交流電界 E_p の振幅である。

【0090】

$$\text{【数3】 } \omega_p = 2\pi f_p$$

$$\text{【数4】 } V_p = V_{p0} \cos \omega_p$$

$$\text{【数5】 } E_p = E_{p0} \cos \omega_p$$

また、交流電圧 V_p を印加したときの微小領域の誘電率 ϵ_t は、公知のように、交流電界 E_p と2次の誘電率 ϵ_2 と3次の誘電率 ϵ_3 と4次の誘電率 ϵ_4 を用いると次の数6で表される。

【0091】

$$\text{【数6】 } \epsilon_t = \epsilon_2 + \epsilon_3 E_p + (1/2) \epsilon_4 E_p^2$$

ここで、数6は以下のように導くことができる。誘電体に電界を印加したときの誘電体の電束密度と電界をそれぞれ D 、 E として、誘電体の単位体積当たりに蓄えられる内部エネルギーと、電気的エンタルピーをそれぞれ U 、 H として、前記電束密度 D と電界 E と内部エネルギー U と電気的エンタルピー H の微分をそれぞれ dD 、 dE 、 dU 、 dH とすると、次の数7と数8の関係が成り立つ。

【0092】

$$\text{【数7】 } dU = E dD$$

$$\text{【数8】 } H = U - ED$$

以上の数7と数8から微分 dH は、次の数9で表される。従って、電束密度 D は数10で表される。

【0093】

$$\text{【数9】 } dH = -D dE$$

$$\text{【数10】 } D = -\partial H / \partial E$$

次に、電気エンタルピー H を電界 E の関数として原点で4次の項までテーラー展開すると、電気的エンタルピー H は次の数11で与えられる。

【0094】

$$\text{【数11】 } H = (1/2)(\partial^2 H / \partial E^2)_0 E^2 + (1/6)(\partial^3 H / \partial E^3)_0 E^3 + (1/24)(\partial^4 H / \partial E^4)_0 E^4$$

ここで、0次の項は、電界 $E=0$ で場に蓄えられるエネルギーを0とすることにより0とした。また、1次の項は、電界 $E=0$ で電束密度 $D=0$ になることと数10とから0になる。また、数10と数11から電束密度 D は、次の数12で表される。

【0095】

$$\text{【数12】 } D = -(\partial^2 H / \partial E^2)_0 E - (1/2)(\partial^3 H / \partial E^3)_0 E^2 - (1/6)(\partial^4 H / \partial E^4)_0 E^3 = \epsilon_2 E + (1/2) \epsilon_3 E^2 + (1/6) \epsilon_4 E^3$$

ここで、

【0096】

$$\text{【数13】 } -(\partial^2 H / \partial E^2)_0 = \epsilon_2$$

$$\text{【数14】 } -(\partial^3 H / \partial E^3)_0 = \epsilon_3$$

$$\text{【数15】 } -(\partial^4 H / \partial E^4)_0 = \epsilon_4 \text{ としている。}$$

以上のことから、電気的エンタルピー H をテーラー展開したときの、2次の展開係数に対応した ϵ_2 を2次の誘電率と呼び、3次の展開係数に対応した ϵ_3 を3次の誘電率と呼び、4次の展開係数に対応した ϵ_4 を4次の誘電率と呼んでいる。さらに、数12において、交流電界 E_p に

発振信号に対応した微小電界 ΔE が重畳している場合を考える。このとき前記交流電界 E_p に対応した電束密度を D_p として、前記微小電界 ΔE に対応した微小電束密度を ΔD とすると、数 12 は次の数 16 のように表わすことができる。

【0097】

$$\text{【数 16】 } D_p + \Delta D = \epsilon_2(E_p + \Delta E) + (1/2)\epsilon_3(E_p + \Delta E)^2 + (1/6)\epsilon_4(E_p + \Delta E)^3$$

ここで、電束密度 D_p は、次の数 17 で表され、また交流電界 E_p に比較して微小電界 ΔE は十分小さいので、 $(\Delta E)^2$ と $(\Delta E)^3$ を含む項は 0 と近似することができ、数 17 の第 2 項の ΔD は数 18 のように表わすことができる。

【0098】

$$\text{【数 17】 } D_p = \epsilon_2 E_p + (1/2)\epsilon_3 E_p^2 + (1/6)\epsilon_4 E_p^3$$

$$\text{【数 18】 } \Delta D = \epsilon_2 \Delta E + \epsilon_3 E_p \Delta E + (1/2)\epsilon_4 E_p^2 \Delta E = \{\epsilon_2 + \epsilon_3 E_p + (1/2)\epsilon_4 E_p^2\} \Delta E = \epsilon_t \Delta E$$

数 18 から明らかなように、微小電界 ΔE と、微小電界 ΔE によって発生する微小電束密度 ΔD の間の比例係数 ϵ_t として数 6 を導くことができる。また、3 次の誘電率 ϵ_3 は、特に交流電界 E_p の向きと分極 P の向きが同じ向き場合と、交流電界 E_p の向きと分極 P の向きが逆の向き場合とで、正負が反転する。また数 6 において 4 次の誘電率 ϵ_4 よりも高次の誘電率は無視しているが、前記高次の誘電率は 2 次、3 次、及び 4 次の誘電率に比較して十分小さいので、以下の説明において高次の誘電率を無視したことの影響は無い。また、以下の説明において、数式は、誘電体の厚み方向の 1 次元に限定して表示している。

【0099】また、前記探針 14 と電極 13 とによって挟設された前記微小領域が構成する容量 C_s は、誘電率 ϵ_t に比例するので、誘電体の厚さ d と探針 14 の先端部の面積と誘電体によって決まる正の定数 C_e と数 6 を用いて次の数 19 のように表すことができる。

【0100】

$$\text{【数 19】 } C_s = C_e(1/d)\{\epsilon_2 + \epsilon_3 E_p + (1/2)\epsilon_4 E_p^2\}$$

また、数 19 で表される容量 C_s は、次の数 20 で表される容量 C_o と次の数 21 で表される容量変化量 ΔC を用いると数 22 のように表すことができる。ここで、容量 C_o は、交流電圧 V_p が印加されていないときの探針 14 と電極 13 と、探針 14 と電極 13 とによって挟設された前記微小領域が構成する容量であり、容量変化量 ΔC は、交流電圧 V_p を印加したときの容量 C_o からの容量変化量である。

【0101】

$$\text{【数 20】 } C_o = C_e(1/d)\epsilon_2$$

$$\text{【数 21】 } \Delta C = C_e(1/d)\{\epsilon_3 E_p + (1/2)\epsilon_4 E$$

$p^2\}$

$$\text{【数 22】 } C_s = C_o + \Delta C$$

数 5 で表される交流電界 E_p を数 21 の右辺に代入して、さらに数 23 で表される三角関数の公式を用いて変形すると、 ΔC は数 24 のように表すことができる。

【0102】

$$\text{【数 23】 } \cos^2(\omega p \cdot t) = (1 + \cos(2\omega p \cdot t))/2$$

$$\text{【数 24】 } \Delta C = C_e(1/d)\{\epsilon_4 E_{p0}^2/4 + \epsilon_3 E_{p0} \cos(\omega p \cdot t) + (\epsilon_4 E_{p0}^2/4) \cos(2\omega p \cdot t)\}$$

更に、数 24 は、次の数 25 と数 26 と数 27 で表される容量変化量 ΔC_2 、 ΔC_3 、 ΔC_4 を用いて数 28 のように書き換えることができる。ここで、容量変化量 ΔC_2 は、4 次の誘電率 ϵ_4 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} の 2 乗に比例して時間的には変化しない変化量であって、容量変化量 ΔC_3 は、3 次の誘電率 ϵ_3 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} に比例する振幅を有しかつ角周波数 ωp を有して交番的に変化する容量変化量である。また、容量変化量 ΔC_4 は、4 次の誘電率 ϵ_4 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} の 2 乗に比例する振幅を有しかつ角周波数 $2\omega p$ を有して交番的に変化する容量変化量である。

【0103】

$$\text{【数 25】 } \Delta C_2 = C_e(1/d)(\epsilon_4 E_{p0}^2/4)$$

$$\text{【数 26】 } \Delta C_3 = C_e(1/d)\epsilon_3 E_{p0} \cos(\omega p \cdot t)$$

$$\text{【数 27】 } \Delta C_4 = C_e(1/d)(\epsilon_4 E_{p0}^2/4) \cos(2\omega p \cdot t)$$

$$\text{【数 28】 } \Delta C = \Delta C_2 + \Delta C_3 + \Delta C_4$$

一方、容量 C_s とインダクタ L は上述のように LC 共振回路を構成し、前記 LC 共振回路の共振周波数 f_{LC} は、公知のように次の数 29 で表される。

【0104】

$$\text{【数 29】 } f_{LC} = 1/\{2\pi\sqrt{(L \cdot C_s)}\} = 1/[2\pi\sqrt{(L \cdot (C_o + \Delta C))}]$$

また、数 26 における $\epsilon_3 E_{p0}$ と数 27 における $\epsilon_4 E_{p0}^2/4$ は、2 次の誘電率 ϵ_2 比べて十分小さいので、数 20 と数 21 より $C_o \gg \Delta C$ が成り立つ。従って、数 29 を数 30 で表される近似式を用いて書き換えると、前記容量変化量 ΔC と共振周波数変化量 Δf_{LC} の関係は、数 31 のように表わすことができる。

【0105】

$$\text{【数 30】 } \sqrt{(1 + \Delta C/C_o)} = (1 + \Delta C/C_o)^{-1/2} \approx 1 - (1/2)(\Delta C/C_o)$$

$$\text{【数 31】 } \Delta C/C_o = -2\Delta f_{LC}/f_{LC}$$

以上のように、前記 LC 共振回路の共振周波数 f_{LC} は、前記容量 C_s の容量変化量 ΔC に比例して共振周波数変化量 Δf_{LC} だけ変化する。従って、発振器 20 は、前記共振周波数 f_{LC} と同じ周波数である発振周波数 f_{osc} を有する発振信号を発振して発生して FM 復調器 21 に出力する。ここで、上述のように前記 LC 共振回路の共振周波数 f_{LC} は、前記容量 C_s の容量変化量 ΔC に比例して共振周波数変化量 Δf_{LC} だけ変化するの、前記発振

周波数 f_{osc} も同様に、前記容量 C_s の容量変化量 ΔC に比例して変化する。

【0106】また、上述のように容量変化量 ΔC は、3 次の誘電率 ϵ_3 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} に比例する振幅を有しかつ角周波数 ω_p を有して交番的に変化する容量変化量 ΔC_3 と、4 次の誘電率 ϵ_4 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} の 2 乗に比例する振幅を有し、且つ角周波数 $2\omega_p$ を有して交番的に変化する容量変化量 ΔC_4 を含むので、前記発振信号は、3 次の誘電率 ϵ_3 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} に比例する振幅を有し、且つかつ角周波数 ω_p 、即ち周波数 f_p を有する信号 $S3$ と、4 次の誘電率 ϵ_4 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} の 2 乗に比例する振幅を有し、且つ角周波数 $2\omega_p$ 、即ち周波数 $2f_p$ を有する信号 $S4$ によって周波数変調された発振信号である。このとき、前記周波数変調された発振信号の周波数偏移は、信号 $S3$ の振幅と、信号 $S4$ の振幅に比例する。

【0107】前記 FM 復調器 21 は、前記発振信号を FM 復調処理して、3 次の誘電率 ϵ_3 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} に比例する振幅を有し、且つ周波数 f_p を有する信号 $S3$ と、4 次の誘電率 ϵ_4 と交流電界 E_p の振幅 E_{p0} の 2 乗に比例する振幅を有し、且つ周波数 $2f_p$ を有する信号 $S4$ を含む復調信号をロックインアンプ 5 の端子 T1 に出力する。

【0108】ロックインアンプ 5 において、混合器 56 は、増幅された後に同相分配された一方の復調信号と、波形整形され、且つ 90 度移相された基準信号とを乗算して混合し、前記復調信号の周波数と前記基準信号の周波数の和と差の周波数を有する信号に変換して低域通過フィルタ 58 に出力し、低域通過フィルタ 58 は、混合後の信号のうち直流成分である出力電圧 $|V_a| \sin \phi$ のみを端子 T3 に出力する。一方、混合器 57 は、同相分配された他方の復調信号と波形整形された基準信号とを乗算して混合し、前記復調信号の周波数と前記基準信号の周波数の和と差の周波数を有する信号に変換して、低域通過フィルタ 59 に出力し、低域通過フィルタ 59 は、混合後の信号のうちの直流成分である出力電圧 $|V_a| \cos \phi$ のみを端子 T4 に出力する。

【0109】ここで、信号 $S3$ は前記基準信号の周波数 f_p を有する信号であるので、前記混合器 58 と前記混合器 57 はそれぞれ、前記基準信号と周波数 f_p を有する信号 $S3$ とを乗算して混合したときに発生する直流信号である出力電圧 $|V_a| \sin \phi$ と出力電圧 $|V_a| \cos \phi$ を出力する。即ち出力電圧 V_{a1} と出力電圧 V_{a2} は位相差 ϕ と 3 次の誘電率 ϵ_3 に対応した電圧になる。ここで特に、3 次の誘電率 ϵ_3 が実数であって、且つ正の値のときには、数 26 から明らかなように、容量変化量 ΔC_3 と交流電界 E_p は同相で変化する。また、数 31 から明らかなように、前記容量変化量 ΔC_3 は、共振周波数変化量 Δf_{LC} と逆相で変化するようになる。

【0110】以上のことから、3 次の誘電率 ϵ_3 が実数

であってかつ正の値のときには、共振周波数変化量 Δf_{LC} は交流電界 E_p と逆相で変化する。さらに、交流電界 E_p と交流電圧 V_p は同相で変化するので、3 次の誘電率 ϵ_3 が実数であってかつ正の値のときには、前記基準信号と前記信号 $S3$ の位相差 ϕ は π になる。また同様に 3 次の誘電率 ϵ_3 が実数であってかつ負の値のときには、前記基準信号と前記信号 $S3$ の位相差 ϕ は 0 になる。

【0111】以上のように、3 次の誘電率 ϵ_3 が実数のときには、前記基準信号と前記信号 $S3$ の位相差 ϕ は 0 か π の値をとり、出力電圧 V_{a1} は、0 となり、出力電圧 V_{a2} のみが出力される。また、3 次の誘電率 ϵ_3 が正のときには、位相差 ϕ は π になって出力電圧 V_{a2} はマイナスの値で出力されて、一方、3 次の誘電率 ϵ_3 が負のときには、位相差 ϕ は 0 になって出力電圧 V_{a2} はプラスの値で出力される。

【0112】（第 2 実施形態）図 5 を参照して第 2 実施形態について説明する。本実施形態は誘電体記録媒体に情報を記録し、且つ記録しつつその情報を再生するために構築した誘電体情報装置に関する。

【0113】誘電体情報装置 2 は、探針 14a ~ 14n に印加する交流信号を発生する交流信号発生器 15a ~ 15n、記録用信号を発生する記録信号発生器 16、記録信号発生器 16 からの信号と交流信号発生器 15a ~ 15n からの信号を重畳する加算器 17a ~ 17n、記録信号を探針 14a ~ 14n に導くインダクタ $L_a \sim L_n$ 、容量 $C_s a \sim C_s n$ と共振回路を構成するインダクタ L 、共振回路の共振周波数に基づいて発振する発振器 20、発振器 20 からの周波数変調された発振信号を復調する FM 復調器 21、FM 復調器 21 からの復調信号を交流信号発生器 15a ~ 15n からの信号と同期をとって情報を再生する信号検出器 22a ~ 22n、及び探針 14a ~ 14n を囲うようにして接地された電極 23 を備える。

【0114】次に、記録しつつある状態でその情報を再生する動作について説明する。まず記録は、記録信号発生器 16 で記録用の信号を発生し、交流信号発生器 15a ~ 15n の交流信号と重畳されて、記録時に探針 14a ~ 14n に供給される。この印加される電圧で探針 14 と電極 13 の間に電界が生じ、誘電体 12 の微小領域を信号に対応した方向に分極させ、情報が記録される。

【0115】記録と同時に再生する場合、特に記録が正常に行われているかをチェックするために、分極の状態に応じて容量 C_s の容量が決まり、この容量 C_s とインダクタ L とを構成要因とする共振回路の共振周波数で発振器 20 は発振する。発振器 20 から出力される容量 C_s の変化に対応して変調された信号は FM 復調器 21 で復調され AM 信号に変換される。この AM 信号は信号検出器 22 に入力され、また、記録信号に重畳した交流信号も入力されて、同期検波が行われる。これにより、各

探針 14a~14b により書き込まれた情報は各々即時に再生され出力され、正しく記録が行われているか否かをチェックできる。

【0116】その他、本実施形態に係わる構成要素とその作用、及び誘電体記録媒体 11 に関しては第 1 実施形態で説明したことと同様である。

【0117】（第 3 実施形態）図 6 を参照して第 3 実施形態について説明する。本実施形態は誘電体記録媒体に情報を記録するために構築した誘電体情報装置に関する。

【0118】本実施形態の誘電体情報装置 3 は、探針 14a~14n に印加する交流信号を発生する交流信号発生器 15a~15n、記録用信号を発生する記録信号発生器 16、記録信号発生器 16 からの信号と交流信号発生器 15a~15n からの信号を重畳する加算器 17a~17n を備える。

【0119】記録信号発生器 16 で記録用の信号を発生し、交流信号発生器 15a~15n の交流信号と重畳されて、記録時に探針 14a~14n に供給される。この印加される電圧で探針 14 と電極 13 の間に電界が生じ、誘電体 12 の微小領域を信号に対応した方向に分極させ、情報が記録される。

【0120】その他、本実施形態に係わる構成要素とその作用、及び誘電体記録媒体 11 に関しては第 1 実施形態で説明したことと同様である。

【0121】（第 4 実施形態）図 7 を参照して第 4 実施形態について説明する。本実施形態は誘電体記録媒体に記録されている情報を再生するために構築した誘電体情報装置に関する。

【0122】本実施形態の誘電体情報装置 4 は、探針 14a~14n に印加する交流信号を発生する交流信号発生器 15a~15n、探針 14a~14n に導くインダクタ L a~L n、誘電体の微小領域の容量 C s a~C s n と共振回路を構成するインダクタ L、共振回路の共振周波数に基づいて発振する発振器 20、発振器 20 からの周波数変調された発振信号を復調する FM 復調器 21、FM 復調器 21 からの復調信号を交流信号発生器 15a~15n からの信号と同期を取って情報を再生する信号検出器 22a~22n、及び探針 14a~14n を囲うようにして接地された電極 23 を備える。

【0123】次に再生では、探針 14 から加えられる交番電界の方向と対応する微小領域の分極 P 方向の関係から容量 C s a~C s n の値が変化し、情報に対応する。発振器 20 はこの容量 C s a~C s n の値に基づいて発振周波数が変化し、これを復調することで情報の読み出しが行われる。

【0124】インダクタ L a~L n 及び容量 C a~C n は、交流信号発生器 15a~15n からの信号が発振器 20 の発振に干渉しないように信号系統を遮断するためのハイパスフィルタを構成するために用いられている。

【0125】発振器 20 はインダクタ L と容量 C s a~C s n を構成要因とする共振回路の共振周波数で発振する。ここで、発振器 20 は上述したようにインダクタ L a~L n 及び容量 C a~C n によって信号源側と分離されているため、個々の探針毎に発振器を設ける必要はなく 1 つを備えればよい。

【0126】FM 復調器 21 は容量 C s a~C s n の変動に対応した周波数で発振する発振器 20 の出力を FM 検波し振幅信号に復調する。この復調された信号には記録されている情報の他に各探針に印加された交流信号の成分を含むものである。

【0127】信号検出器 22a~22n は上述した FM 復調器 21 からの復調信号から、交流信号発生手段 15a~15n の信号を参照信号として、各交流信号、即ち、各探針に対応した信号を分離して再生する。

【0128】再生装置としての動作は、交流信号発生器 15 からの交流信号がインダクタ L a~L n を介して探針 14a~14n に印加される。印加されると誘電体記録媒体 11 の電極 13 と探針 14 との間に電界が生じ、その電界の方向と、両電極に挟まれている誘電体 12 の微小領域の分極の方向により、誘電率が決まり、これに関する容量 C s とインダクタ L とを構成要因とする共振回路の共振周波数で発振器 20 は発振する。発振器 20 から出力される容量 C s の変化に対応して変調された信号は FM 復調器 21 で復調され AM 信号に変換される。この AM 信号は信号検出器 22 に入力され、また、記録信号に重畳した交流信号も入力されて、同期検波が行われる。これにより、各探針 14a~14b は記録されている情報を各々分離して再生され出力される。

【0129】その他、本実施形態に係わる構成要素とその作用、及び誘電体記録媒体 11 に関しては第 1 実施形態で説明したことと同様である。

【0130】（テープ状媒体記録再生装置の構成例）図 8 を参照して、テープ状に形成した誘電体記録媒体を用いる記録再生装置について説明する。

【0131】まず、記録再生装置 6 の構成の概略は、導電性の薄膜基盤 61 とその上に所定の方法で形成された記録部を形成する誘電体薄膜 62 からなるテープ状の誘電体記録媒体 63、巻き取り軸 64、65、該巻き取り軸 64、65 を駆動するモータ 66、67、誘電体記録媒体 63 の薄膜基盤 61 を接地する手段であるベース 68、探針 69、制御回路 70、操作入力部 71、動作状態表示部 72、ヘッド 73、記録再生回路 74、探針 69 の周囲を囲むように設けられ接地される電極 75、その他テープの走行、記録再生に必要な公知の機構を備える。

【0132】次に動作について説明する。誘電体記録媒体 63 はベース 68 と探針 69 に接触した状態で矢印 X の方向に、巻き取り軸 64、65 により巻き取られ、または送り出されて走行する。巻き取り軸 64、65 はそ

れぞれ制御回路 70 の制御信号により回転するモータ 66、67 に結合されていて、これによりそれぞれ R1、R2 の方向に回転して巻き取り、送り出しを行う。制御回路 70 は上記モータ 66、67 の回転制御に限らず、装置全体の動作をコントロールする。装置の必要な部位に配置された図示しない各種センサからのデータが入力され、プログラムされた CPU によって記録再生装置 6 が正常に作動するように制御する。

【0133】また、制御回路 70 には操作入力部 71 から入力される操作指示の信号を受け、その指示に従って記録再生装置 6 を動作させ、また、動作状態表示部 72 に動作状態を表示させる。入力する指示としては例えば記録、再生の選択、スタート、ストップ、早送り、巻き戻し等、従来の磁気テープを用いた装置の指示と同様のものがある。また、表示させる動作状態としては、例えば記録中であるか再生中であるか、早送りか巻き戻しか、現在の記録再生部位のアドレス等、やはり従来の磁気テープを用いた装置の動作表示と同様のものがある。

【0134】次に、ヘッド 73 は探針 69 を有し、これに情報を印加し、或いは読み取る先端部の回路を備えている。探針 69 は図 8 の紙面の垂直方向に複数本設けられている。回路として例えば図 1 に示す発振器 20、インダクタ L、容量 C_a ~ C_n 等である。ヘッド 73 へ供給する記録情報、読み取った再生情報は記録再生回路 74 で処理される。この記録再生回路 74 には、例えば図 1 に示す記録信号発生器 16、交流信号発生器 15、FM 復調器 21、信号検出器 22 等を備えている。電極 75 は発振器で発振された高周波信号が探針 69 から放出されアースに戻るためのものである。

【0135】尚、これら各要素の構成と動作は第 1 実施形態等で説明したことと同様であり、ここでの再度の説明は省略する。

【0136】記録する情報としてはテレビ、ラジオ等の映像信号や音声信号、コンピュータ用データが有り、再生出力はスピーカ、表示装置で音声出力、映像出力され、また、コンピュータのプログラムやデータとして供される。

【0137】尚、テープ状媒体記録再生装置として、記録再生機能を併せ持つ装置について述べたが、記録機能だけの装置、再生機能だけの装置についても、それに関する機能を取り上げて構成されるものである。

【0138】(ディスク状媒体記録再生装置の構成例) 図 9 を参照して、ディスク状に形成した誘電体記録媒体を用いる記録再生装置について説明する。

【0139】まず、記録再生装置 7 の構成の概略は、導電性の基盤 81 とその上に所定の方法で形成された記録部を形成する誘電体薄膜 82 からなるディスク状の誘電体記録媒体 83、ディスクを回転させるモータ 84、誘電体記録媒体 83 の基盤 81 を接地する手段である回転ベース 85、制御回路 86、操作入力部 87、動作状態

表示部 88、ヘッド 89、探針 90、ヘッド 89 をディスク半径方向に移動するモータ 91、スクリュー 92、記録再生回路 93、探針 90 の周囲を囲むように設けられ接地される電極 93、その他ディスクの回転、記録再生に必要な公知の機構を備える。

【0140】次に動作について説明する。誘電体記録媒体 83 は回転ベース 85 に乗せられ、電氣的接続を得ながら、制御回路 86 に制御されたモータ 84 により R1 方向に回転する。回転する回転ベース 85 を接地接続する方法としてスリップリング等の公知の技術を用いることが可能である。制御回路 86 は装置全体の動作をコントロールする。装置の必要な部位に配置された図示しない各種センサからのデータが入力され、プログラムされた CPU によって記録再生装置 7 が正常に作動するように制御する。

【0141】また、制御回路 86 には操作入力部 87 から入力される操作指示の信号を受け、その指示に従って記録再生装置 7 を動作させ、また、動作状態表示部 88 に動作状態を表示させる。入力する指示としては例えば記録、再生の選択、スタート、ストップ、ヘッド 89 の移動等、従来のディスクを用いた装置の指示と同様のものがある。また、表示させる動作状態としては、例えば記録中であるか再生中であるか、ヘッドの位置、現在の記録再生部位のアドレス等、やはり従来のディスクを用いた装置の動作表示と同様のものがある。

【0142】次に、ヘッド 89 は誘電体記録媒体 83 の半径方向である矢印 X で示す方向に、モータ 91 によりスクリュー 92 を回転して移動する。このヘッド 89 は複数の探針 90 を有し、この探針 90 に情報を印加し、或いは読み取る先端部の回路を備えている。例えば図 1 に示す発振器 20、インダクタ L、容量 C_a ~ C_n 等である。

【0143】ヘッド 89 で読み取った再生情報は記録再生回路 93 で処理される。この記録再生回路 93 には、例えば図 1 に示す記録信号発生器 16、交流信号発生器 15、FM 復調器 21、信号検出器 22 等を備えている。電極 94 は発振器で発振された高周波信号が探針 90 から放出されアースに戻るためのものである。

【0144】尚、これら各要素の構成と動作は第 1 実施形態等で説明したことと同様であり、ここでの再度の説明は省略する。

【0145】記録する情報としてはテレビ、ラジオ等の映像信号や音声信号、コンピュータ用データが有り、再生出力はスピーカ、表示装置で音声出力、映像出力され、また、コンピュータのプログラムやデータとして供される。

【0146】尚、ディスク状媒体記録再生装置として、記録再生機能を併せ持つ装置について述べたが、記録機能だけの装置、再生機能だけの装置についても、それに関する機能を取り上げて構成されるものである。

【0147】以上詳細に説明したように、本発明の著しい特徴として、複数の探針が1つの発振器に取り付けられており、誘電体薄膜の一方の面に設けられた共通の接地される電極と、前記誘電体の微小領域に接触（或いは微小ギャップを介して接触）するように形成された複数の探針からなる電極との間に、探針側から各々異なる周波数の低周波交番電界を印加して媒体に記録された情報を同時に読み出すことができる。

【0148】また、記録再生用の信号源回路と、LC共振器を含む発振器の高周波回路をL、Cによって相互の分離しているため、発振器への干渉がない。

【0149】さらに、低周波交番電界印加用の電源は、それぞれ異なる単一周波数で発振可能であればよいため、単純で集積化も簡単である。一方の高周波用の発振器は1個を複数の探針で共用できる構成としたため、超小型の超高密度誘電体記録再生装置への実現が可能となる。

【0150】尚、以上説明した各実施形態では、誘電体記録媒体11、誘電体記録媒体83、誘電体記録媒体63を構成する誘電体は、好ましくは強誘電体からなる。これにより、一層良好に、強誘電体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。

【0151】本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う誘電体情報装置もまた本発明の技術思想に含まれるものである。

【0152】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、1つの発振器を共用した複数のプローブを用いるSNDMを構成し、このSNDMを用いて誘電体の微小領域に情報を記録する機能、記録した情報を再生する機能、記録し再生する機能を有する各種の小型の誘電体情報装置が提供できる。これにより極めて超高密度で大容量、高速応答の記録再生手段として利用可能となる。

【図面の簡単な説明】

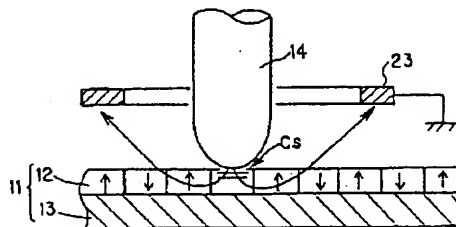
【図1】第1実施形態の構成を示す図である。

【図2】誘電体の分極状態と出力電圧の関係を説明するための図である。

*

40

【図3】



*【図3】探針の周囲に設けられた電極の作用を説明するための図である。

【図4】信号の検出に用いられるロックインアンプの構成と信号検出の動作について説明するための図である。

【図5】第2実施形態の構成を示す図である。

【図6】第3実施形態の構成を示す図である。

【図7】第4実施形態の構成を示す図である。

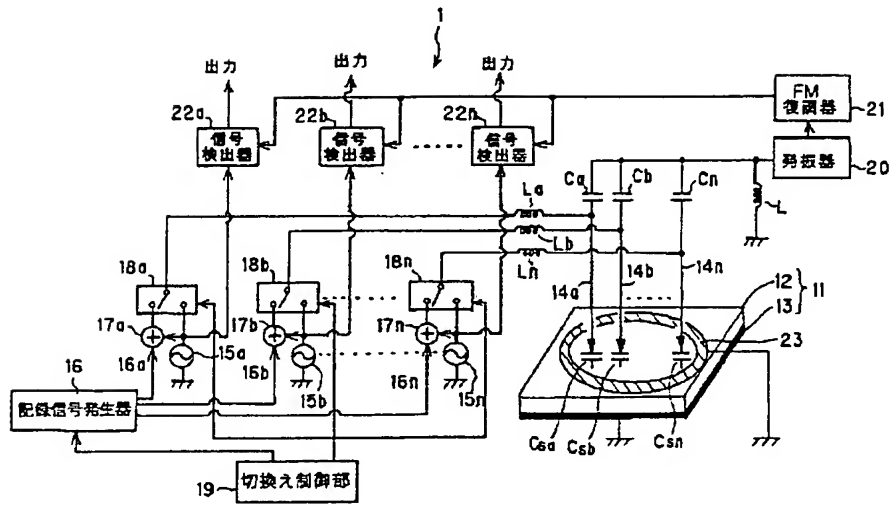
【図8】本発明の誘電体情報装置を、テープ状の誘電体記録媒体を用いて構成した記録再生装置のブロック図である。

【図9】本発明の誘電体情報装置を、ディスク状の誘電体記録媒体を用いて構成した記録再生装置のブロック図である。

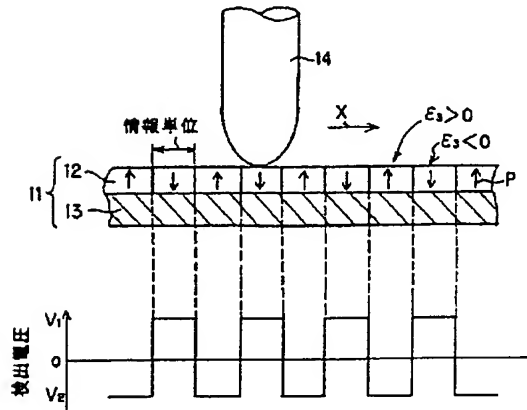
【符号の説明】

- 1, 2, 3, 4・・・誘電体情報装置
- 5・・・ロックインアンプ
- 6, 7・・・記録再生装置
- 11・・・誘電体記録媒体
- 12・・・誘電体薄膜
- 14・・・探針
- 15・・・交流信号発生器
- 16・・・記録信号発生器
- 17・・・加算器
- 18・・・切替え手段
- 20・・・発振器
- 21・・・FM復調器
- 22・・・信号検出器
- 51・・・増幅器
- 52・・・波形整形器
- 53, 54・・・同相分配器
- 55・・・90度移相器
- 56, 57・・・混合器
- 58, 59・・・LPF
- 63, 83・・・誘電体記録媒体
- 70, 86・・・制御回路
- 71, 87・・・操作入力部
- 72, 88・・・動作状態表示部
- 73, 89・・・ヘッド
- 74, 93・・・記録再生回路

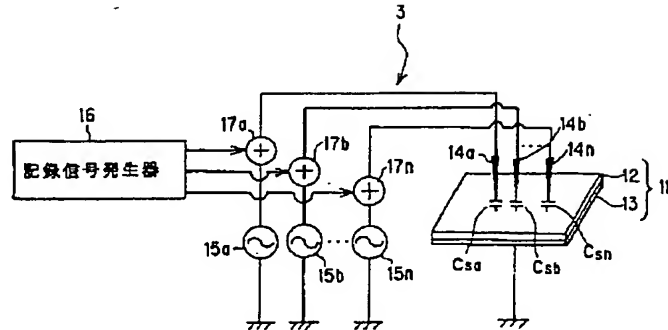
【図1】



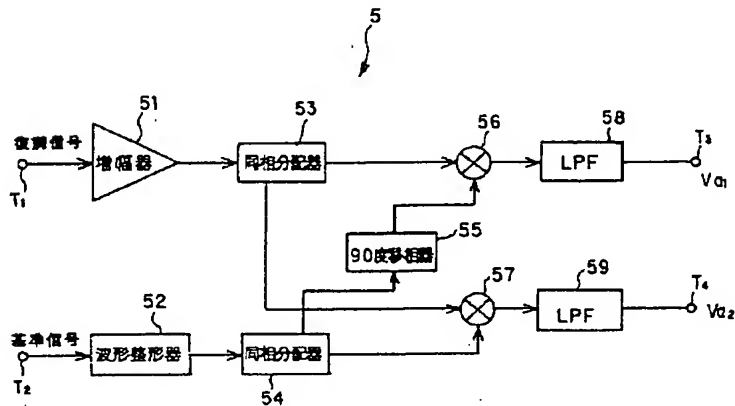
【図2】



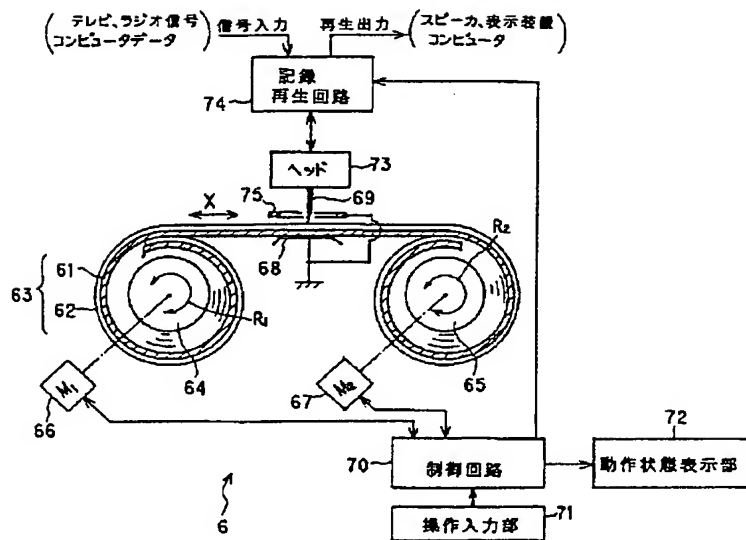
【図6】



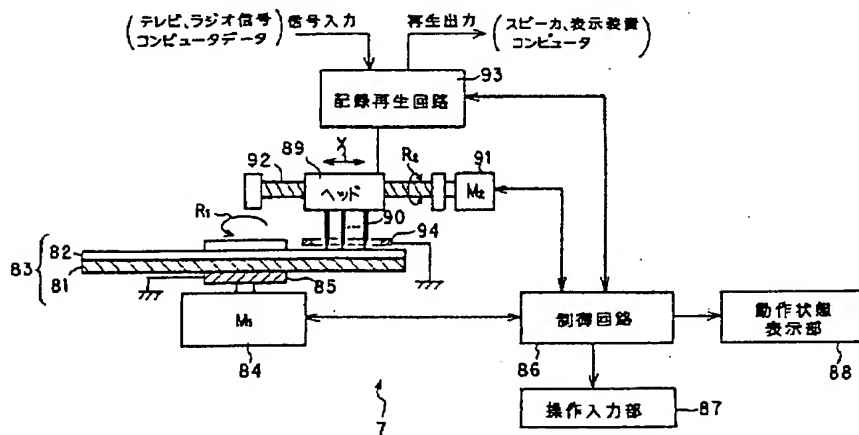
【図4】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 尾上 篤
 埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ
 イオニア株式会社総合研究所内